

2

## Professor Dr. Ing. Richard JELINEK

Ordinarius für Grundbau u. Bodenmechanik  
an der Technischen Universität München

MÜNCHEN 80, den 17. 3. 1977  
Folkweg 56 · Telefon (089) 881979

Proj. Nr. 7657/24  
He/Wr/M.

Arge  
Tiefgarage am Theaterplatz  
M. Forster und Söhne  
M. Haas  
R. Röss  
c/o Fa. M. Forster und Söhne  
Mercistraße 5

2.FERTIGUNG

8070 Ingolstadt / Donau

Betreff: Beeinflussung des Grundwassers beim Bau der  
Tiefgarage Ingolstadt, am Theaterplatz

Auf dem Platz zwischen dem Stadttheater im Osten, dem Herzogs-  
kasten im Norden, der Schutterstraße der Tränkstorstraße und Tränk-  
torkaserne im Westen und der Schloßlande und der Donau im Süden  
und Südosten wurde eine zweigeschossige Tiefgarage gebaut, über  
die vom Norden zum Südosten die Mauthstraße hinwegführt.  
Das Bauwerk besteht aus 2 Teilen, deren Längsachsen einen stumpfen  
Winkel von ca.  $160^\circ$  bilden. Der südliche Teil hat eine Grundfläche  
von ca. 54 x 54 m, beim nördlichen Teil beträgt die Breite  
ca. 51 m, die Länge etwa 94 bzw. 117 m. An der Nahtstelle zwischen  
den beiden Teilen der Tiefgarage verläuft in Ost-West-Richtung ein  
Abwasserkanal, der das 1. Untergeschoß durchschneidet. An dieser  
Stelle sind auch die Lüftungsanlagen und die übrigen Versorgungs-  
einrichtungen der Tiefgarage installiert. Die Ein- bzw. Ausfahrten  
befinden sich an der Nordseite von der Mauthstraße her, im Westen  
von der Tränkstorstraße und im Norden von der Schloßlande her.

( )

( )

( - 2 - ) 62

Ursprünglich kreuzte das Baugelände der ehemalige Schutterkanal von der Schutterstraße zur Nordseite des Theaters. Dieser Kanal wurde allerdings vor längerer Zeit beim Schleifen der im Baugelände vorhandenen Befestigungsanlagen zugeschüttet und existierte noch einige Zeit in Gestalt von 2 Rohrleitungen mit Durchmessern von 200 mm und 150 mm.

Die Geländehöhe im Bereich der Tiefgarage liegt zwischen 367,10 m über N. N. im mittleren Teil und etwa 368,0 m über N. N. im Norden beim Herzogskasten, im Süden etwa bei 367,75 m über N. N.

Die Fußbodenoberkante im untersten Geschöß der Tiefgarage liegt in den tiefen Teilen bei etwa 361,2 m über N. N. und in den höheren Teilen bei etwa 362,0 m über N. N. Das Bauwerk ist von einer Schlitzwand umgeben, die einerseits für das untere Tiefgaragen-geschoß als Bauwerkswand dient und andererseits im Hinblick auf die Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit gewählt wurde. Die Unterkante der Schlitzwand schwankt bei den einzelnen Schlitzwandlamellen entsprechend den anstehenden Bodenarten und liegt zwischen Kote 355,4 m über N. N. und 358,1 m über N. N.

Geologische und hydrologische Verhältnisse:

Nach Angabe des Wassrwirtschaftsamtes vom 15. 11. 1975 sind in der Donau folgende Wasserstände aufgetreten:

Hochwasser am 20. 6. 1965	367,20 m ü. N. N.
Mittelwasser	ca. 362,46 m ü. N. N.
Niedrigwasser	ca. 362,00 m ü. N. N.
Niedrigstes Niedrigwasser	361,42 m ü. N. N.

Demnach wird die Tiefgarage bei hohen Hochwässern wie 1965 überflutet, höhere Wasserstände der Donau sind historisch bekannt, in letzter Zeit aber nicht aufgetreten. Die höchsten Grundwasserstände sind in diesem Gebiet nicht bekannt, weil wegen der Überschwemmungsgefahr durch die Donau diese Frage bisher nicht untersucht wurde.

Wie bereits in meinem Gutachten 7657/16 vom 1. 3. 1976 dargelegt, sind die Untergrundverhältnisse im Bereich der Tiefgarage sehr wechselhaft. Wie die 9 Bohrungen und die Auswertung der Protokolle der einzelnen Schlitzwandlamellen zeigt, reichen die Aufschüttungen der ehemaligen Festungsanlagen und der Schlamm des ehemaligen Schutterkanals teilweise bis zu Kote 362,3 m über N. N. An einigen Stellen werden sie durch Hochwassersedimente der Donau ersetzt. Junge Donaukiese folgen bis in eine Tiefe zwischen 362,3 und 360,2 m über N. N. Die tieferen Bodenarten haben tertiäres Alter und bestehen aus Wechsellagerungen von Sanden, Schluffen, schluffigen Sanden und Tonen. Bei den durchgeführten Bohrungen und beim Bau der Schlitzwand konnte festgestellt werden, daß die im Bereich der Aushubsohle angetroffenen tertiären Schluffe und Tone von einer unterschiedlich mächtigen und an der Nordseite bis zu 3 m starken wasserführenden Sandlage unterlagert sind.

Die Schlitzwand wurde allseits bis in eine tieferliegende, gering wasserdurchlässige tertiäre Schluffschicht geführt. Um diesen dichten Abschluß an allen Stellen der Schlitzwand zu gewährleisten, mußten die Schlitzwandlamellen in unterschiedliche Tiefen geführt werden, die zwischen Kote 358,1 und 355,4 m über N. N. liegen.

Unter diesen gering wasserdurchlässigen Schichten folgen weitere Wechsellagen aus Sanden, Tonen und Schluffen, die durch das Bauwerk aber nicht berührt werden.

Die beiden Grundwassermeßpegel zeigen, daß der Grundwasserspiegel in süd-südöstlicher Richtung um etwa 1,10 m abfällt, d. h., daß das Grundwasser ungefähr in Längsachse der Tiefgarage zur Donau hin abzufließen scheint. Tatsächlich ist durch die dichten Sedimente des alten Schutterkanals das Grundwasser im Norden des Platzes von dem im Südteil getrennt, so daß die Verbindung des nördlichen quartären Grundwassers auf einem weiteren unbekanntem Weg zur Donau erfolgt als in der Mitte und im Süden, wo über Kieslagen das Grundwasser direkte Verbindung zur Donau hat. Das tiefere Grundwasser in den tertiären Sanden steigt im Grundwasserpegel etwa auf die gleiche Höhe wie der quartäre Wasserspiegel an; es ist deshalb zu vermuten, daß das Grundwasser in den tertiären Sanden (= 2. Grundwasserstockwerk) ebenfalls eine Verbindung zur Donau besitzt. Aus diesem Grunde konnte davon ausgegangen werden, daß der Einbau der Tiefgarage mit ihrer tiefen Schlitzwand in den Untergrund und in das 1. und 2. Grundwasserstockwerk nicht zu einem weitreichenden Grundwasseraufstau führen wird, weil das Grundwasser im Bereich der Tiefgarage stets in Verbindung mit dem Wasserspiegel der Donau steht. Dies zeigt sich besonders bei Hochwasserständen der Donau, z. B. als am 4./3. Juni 1976 der Wasserstand der Donau um 1,20 m anstieg, stieg bis zum 8. 6. 1976 im nördlichen Quartärpegel das Grundwasser um 0,9 m an, um dann mit dem Donauwasserspiegel wieder abzusinken.

Ein Aufstau des Grundwassers im Norden der Schlitzwand konnte durch Messungen in dem dort befindlichen Pegel 1 nicht festgestellt werden, soweit dies aus den derzeitigen Meßwerten erkennbar ist. Ebenso ist im südöstlich liegenden Pegel 2 kein Absinken des Grundwasserspiegels nach dem Erstellen der Schlitzwand festzustellen. Offenbar sind die schluffigen Auffüllungen Auelehne und Bachablagerungen des ehemaligen Schutterkanals, in die der Nordteil der Tiefgarage einschneidet auch nach dem Erstellen des Bauwerks so dicht, daß kein Umströmen des Bauwerks und damit eine Veränderung der bestehenden Grundwasserverhältnisse im Quartär auftritt. Im mittleren und südlichen Teil der Tiefgarage stehen gut wasserdurchlässige Kiese im Quartär an, in denen der Wasserspiegel stark von den Donauwasserständen abhängt.

Gegen die tertiären Sande im 2. Grundwasserstockwerk ist das Bauwerk ebenfalls durch die Schlitzwand abgedichtet. Das Grundwasser in diesen Schichten strömt bereits so langsam, so daß es nur durch weiträumige Änderung der Zulauf- und Ablaufverhältnisse beeinflusst wird, dadurch ist eine Änderung der Druckwasserspiegel hier nicht zu erwarten, vor allem, da das Bauwerk allseits von dieser Sandlage umgeben ist. Durch das Absperrn des Bauwerkes gegen die tertiären Sande durch das Tieferführen der Schlitzwand bis in tiefere Schluff- und Tonlagen wurde erreicht, daß in das Bauwerk möglichst wenig Grundwasser eindringt und der Druckwasserspiegel in diesen Schichten erhalten bleibt.

Bauliche Maßnahmen:

Die allseits umschließende Bauwerkswand (= Schlitzwand) läßt im fertigen Zustand nur noch geringe Grundwassermengen durch Undichtigkeiten und über. feinste Sandlagen in den Tonen und Schluffen der Sohle eindringen. Die Pumpleistungen liegen für den Nordteil nach dem Abführen des Regenwassers über die Straßenflächen zwischen  $0,7$  und  $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$  und im größeren Süd - und Mittelteil der Tiefgarage zwischen  $1,6$  und  $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ; insgesamt laufen zwischen  $2,5$  und  $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$  (=  $0,70$  bis  $0,83 \text{ l/s}$ ) zu.

Das in die Tiefgarage eindringende Grundwasser wird über eine zweischichtige Drainagefilterschicht und Dränagerohre, die unter der befahrbaren Sohle der Garage angeordnet sind, zwei Pumpensümpfen zugeführt. Das Dränagewassersystem ist vollständig vom Schutzwassersystem der Tiefgarage getrennt.

Die Dränageleitungen sind so eingerichtet, daß sie gereinigt und gespült werden können.

Zur Druckentspannung und zum allgemeinen Auspumpen des durch die Schlitzwand eingeschlossenen Grundwassers sind 16 Entspannungsbrunnen niedergebracht worden. Diese sogenannten Entspannungsbrunnen mit  $5,0 \text{ m}$  bis  $7,0 \text{ m}$  Tiefe von der Aushubkote aus sind als Filterbrunnen ausgebaut. Sie dienen heute als Überlaufbrunnen, die Restwassermengen aus dem umschlossenen Bodenbereich durch Überlaufen in das Dränagesystem ableiten. Durch diese Brunnen wird außerdem verhindert, daß sich in der von der Schlitzwand umgebenen Sandlage ein Wasserdruck aufbaut, der durch Auftriebskräfte der

Fahrbahnsohle der Tiefgarage gefährlich werden könnte. Dies ist allerdings wahrscheinlich nicht zu erwarten, da die Filter- und Dränagelage unter der Sohle den gleichen Zweck erfüllt. Andererseits wäre durch das Bauwerk allein, da keinerlei Überbauung vorhanden ist, die nötige Auflast gegen ein Aufschwimmen des Bauwerkes bei hohen Grundwasserständen oder hohen Donauwasserständen nicht gewährleistet.

Die ständige Kontrolle der Grundwasserspiegel, der Pumpleistung in der Dränage und des Donauwasserstandes ermöglicht eine Aussage über die Funktionsfähigkeit des Dränagesystems oder über Undichtigkeiten im Bereich der Schlitzwand und über die dagegen zu treffenden Maßnahmen. Die Dränage und die Pumpanlagen müssen regelmäßig z. B. 1/4-jährlich, auf Ablagerungen oder eingeschwemmten Sand kontrolliert werden.

Zusammenfassung:

Die Theatertiefgarage in Ingolstadt liegt im Hochwassergebiet der Donau. Die Grundwasserstände werden durch die Schwankungen des Donauwasserspiegels beeinflusst, da das Grundwasser zur Donau hin ausströmt. Im Nordteil der Tiefgarage ist das Grundwasser höher als im Süden, da sich hier die gering wasserdurchlässigen Sedimente des aufgelassenen Schutterkanals auswirken. Der Druckwasserspiegel des 2. Grundwasserstockwerkes in tertiären Sanden ist auch von der Donau abhängig, er ist ungefähr auf der Höhe des oberen freien Grundwasserspiegels .

Das Bauwerk wurde, da die Bauwerkslasten mangels Überbauung gering sind, nicht als wasserdichter Trog errichtet, sondern mit einer dichten Schlitzwand umgeben und in der Sohle durch eine Dränage und Überlaufbrunnen gegen eindringendes Grundwasser und Auftriebskräfte gesichert. Die derzeitigen Pumpleistungen liegen zwischen 0,70 und 0,83 l/sec. Bei höheren Grundwasserständen könnten evtl. auch höhere Pumpleistungen auftreten.

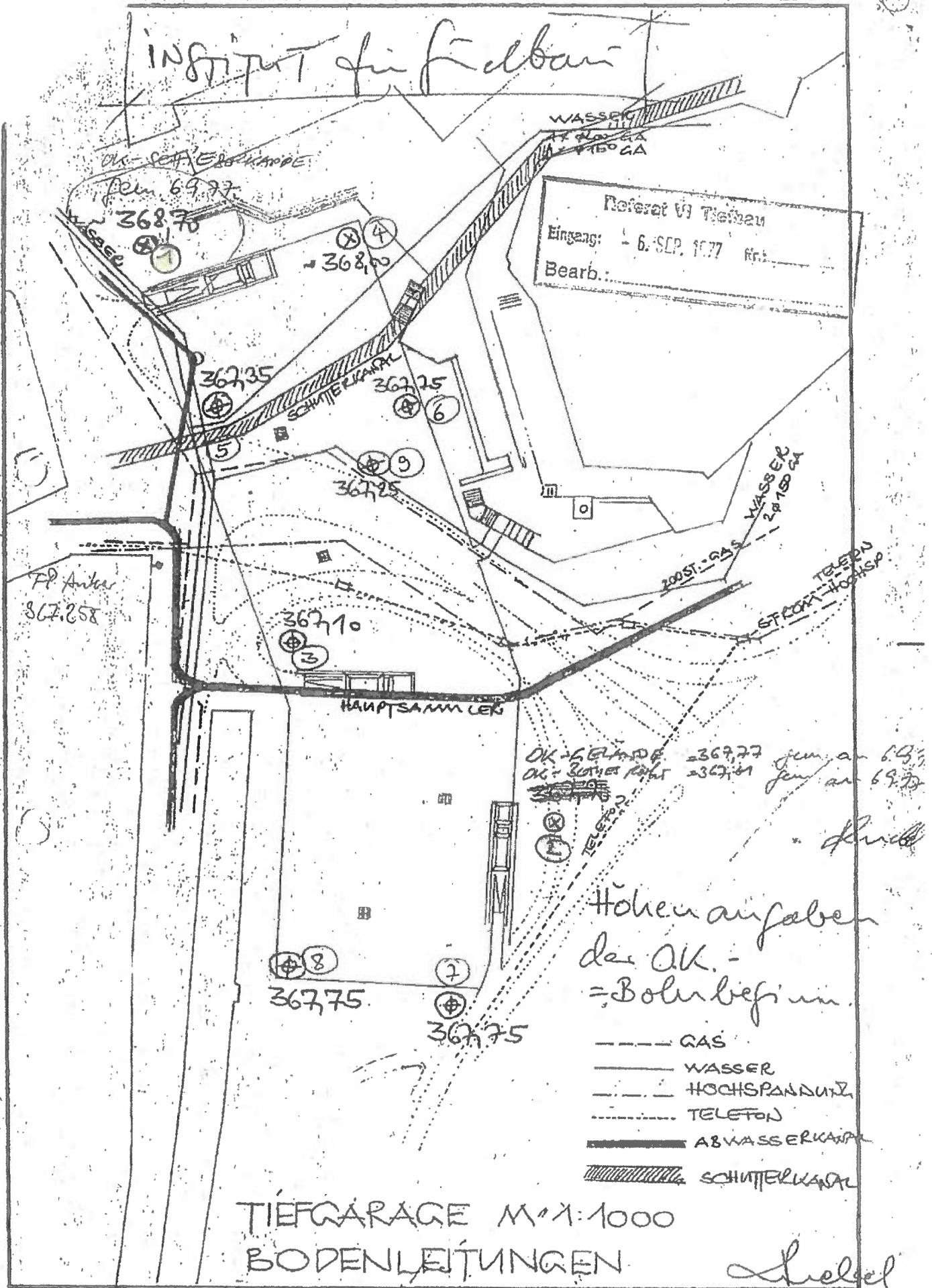
Es wird empfohlen, in regelmäßigen Abständen, z. B. wöchentlich, die vorhandenen Grundwasserpegel, den Donauwasserstand und die Pumpleistungen aus der Dränage zu kontrollieren und aufzuzeichnen. Bei extremen Wasserständen an einer dieser 3 Stellen müssen häufigere Messungen vorgenommen werden. Eine erhebliche Zunahme der Pumpleistungen läßt auf Undichtigkeiten oder Umläufigkeit der Schlitzwand schließen, gegen die durch geeignete Maßnahmen, z. B. Injektionen, vorgegangen werden kann.

1 Anlage

  
Dr. -Ing. R. Jelinek  
o. Prof.



# INSTITUT für Feilbau



Bohr profile → siehe Einzelprofile-  
 Ordner